

“Optimizing the performance of computer systems has always been an art relegated to a few individuals who happen to have the ‘right skills’.”

Amir H. Majidimehr

Optimizing Unix for Performance, 1995



Финальный отчет тестирования СТН Boomq

Оглавление

1	История внесения изменений в документ	3
2	Лист согласования	4
3	Список терминов и сокращений	5
4	Назначение документа	6
5	Основные положения	7
5.1	Резюме для руководящего персонала	7
5.2	Объект тестирования	8
5.3	Цели и задачи	9
6	Выводы	10
7	Обнаруженные проблемы	11
8	Рекомендации	12
9	Методика тестирования	13
9.1	Профили нагрузки	13
9.2	Эмуляция нагрузки	13
9.3	Критерии успешности проведения тестов	14
9.4	Отступления от методики тестирования	14
9.5	Проведённые тесты	14
9.6	Ограничения тестирования	16
10	Результаты нагрузочного тестирования	17
11	Системный анализ	33
12	Приложение	42
13	Контакты	43

1 История внесения изменений в документ

Информация предоставляется в виде таблицы. Таблица заполняется в процессе написания и корректировки документа. Данные о каждой корректировке вносятся в отдельную строку таблицы с указанием даты, версии (в виде 0.1...0.n), описания, а также автора внесенных изменений.

Таблица 1: История внесения изменений в документ

Дата	Версия	Описание	Автор
30.09.2024	0.1	Документ создан	Оберган Никита

2 Лист согласования

Заполняется согласующими лицами со стороны заказчика. Информация предоставляется в виде таблицы с указанием ФИО, должности, подписи и даты согласования.

Таблица 2: Согласования

ФИО	Должность	Подпись	Дата
Каширский Владимир Анатольевич	Генеральный директор ООО "Перфоманс Лаб"		
Юнин Роман	TL LoadTesting ООО "Перфоманс Лаб"		

3 Список терминов и сокращений

В документе не должны присутствовать аббревиатуры или термины, непонятные для одной из сторон. Список терминов и сокращений заполняется по мере составления документа и имеет вид.

Таблица 3: Термины и сокращения

ТЕРМИН	ПОЛНОЕ НАИМЕНОВАНИЕ
НТ	Нагрузочное тестирование
БД, DB	База данных
СНТ	Система нагрузочного тестирования
Деградация системы	Это момент, когда система перестает отвечать поставленным перед ней характеристикам по времени выполнения пользовательского сценария, или по возникающим в процессе работы системы ошибкам
Скрипт нагрузочного тестирования	Скрипт на языке ПО нагрузочного тестирования либо на языке программирования общего назначения, содержащий код для эмуляции работы с системой
Сценарий нагрузки	Сценарий определяет состав теста, т.е. какие операции будут выполняться. Сценарий формируется исходя из статистики использования системы
Пользователь	Строго определенный набор действий, эмулирующий действия одного реального пользователя системы. Пользователь может быть виртуальный (VUI) или действующий через интерфейс (GUI). Данный набор действий минимален с точки зрения выполняемой в системе операции
Показатель производительности	Совокупность значений характеризующих производительность тестируемой системы (время прохождения сообщения, загрузка CPU, использование дисковой подсистемы и т.д.)
Веб-сервис	Идентифицируемая веб-адресом программная система со стандартизированными интерфейсами
Бэкап	Сохранение резервной копии данных на локальном или удаленном носителе

Термин	Полное наименование
мс	миллисекунды

4 Назначение документа

Данный документ представляет собой финальный отчет по результатам нагрузочного тестирования системы BoomQ, проведенного специалистами компании PerfomanceLab в период с 01.09.2024 по 01.10.2024.

Цели тестирования

Основные цели тестирования заключались в следующем:

- Определить максимальную производительность системы при различных уровнях нагрузки.
- Оценить, как система справляется с пиковой нагрузкой и выявить возможные узкие места.
- Предоставить рекомендации по улучшению производительности и устранению выявленных проблем.

Содержание отчета

В данном документе содержится описание методологии тестирования, результаты проведенных нагрузочных испытаний, выводы по поводу производительности системы и рекомендации по её оптимизации.

5 Основные положения

5.1 Резюме для руководящего персонала

Анализ результатов нагрузочного тестирования системы BoomQ Enterprise по профилю "Максимальная производительность 200% промышленной нагрузки" показал, что система не имеет запаса производительности. Аномалии начали проявляться при 140% профиля нагрузки, выражаясь в увеличении времени отклика, которое выходило за допустимые пределы.

При этом утилизация аппаратных ресурсов была на низком уровне. Среднее потребление CPU на BoomQ не превышало 15%, а при нагрузке, эквивалентной 200% от промышленной, пиковые значения достигали лишь 35%. Генератор нагрузки BoomQ потреблял не более 2% CPU, с пиками до 9%. Сервер заглушек и мониторинга показывал менее 1% загрузки, со всплесками не более 2%.

Подтверждение максимальной производительности

Для подтверждения выявленного уровня максимальной производительности системы был проведен тест "Подтверждение максимальной производительности" при нагрузке, равной 120% от профиля промышленной нагрузки. Система успешно выдержала нагрузку в течение одного часа, без выявленных аномалий по времени отклика, ошибкам или утилизации ресурсов.

Однако в процессе тестирования выяснилось, что аккаунт СНТ BoomQ, предоставленный Заказчиком, имел лицензионные ограничения, не позволяющие запускать тесты более чем на 8 часов для одного аккаунта. Это ограничение не позволило полноценно провести тест на максимальную производительность, так как при достижении этого лимита система отказывалась запускать новые тесты.

Выявленные функциональные ошибки

В процессе тестирования были выявлены следующие функциональные ошибки:

- Ошибка, связанная с созданием трендов, была оперативно устранена.
- Проблема с запуском сценариев. Заказчик ожидал, что система сможет запускать до 351 операции в час (тестов), однако выяснилось, что система не может одновременно запускать тесты с суммарным временем исполнения более 8 часов. Кроме того, было выявлено ограничение на количество тестов в очереди — не более 50.

После обсуждения с Заказчиком количество операций по запуску тестов было уменьшено до 45 операций в час. После этого система стабильно справлялась с нагрузкой в 120%, что было подтверждено тестом на подтверждение максимальной производительности. Однако при увеличении нагрузки выше 120% начинались проблемы с увеличением времени отклика, которое выходило за допустимые рамки.

5.2 Объект тестирования

Объектом тестирования является СНТ Boomq Enterprise — система нагрузочного тестирования, используемая для эмуляции различных пользовательских действий.

Основная нагрузка на систему создается путем эмуляции:

1. Операционной деятельности (пользовательские операции). Работа пользователей в системе, выполняющих основную операционную деятельность.
2. Внешних систем. Обмен сообщениями для создания тестов в Boomq Enterprise.

Подробнее объект тестирования и тестовая модель описаны в методике нагрузочного тестирования.

5.3 Цели и задачи

Цель данного нагрузочного тестирования заключается в определении максимальной производительности системы BoomQ и оценке ее стабильности при повышенных нагрузках. Тестирование также направлено на выявление узких мест, которые могут ограничивать производительность системы в реальных условиях эксплуатации.

Основные цели:

1. **Выявление максимальной производительности системы:**
Определение предельной нагрузки, при которой система BoomQ может стабильно функционировать, и оценка ее устойчивости при увеличении нагрузки до 200% от стандартной.
2. **Оценка стабильности при повышенной нагрузке:**
Анализ работы системы в условиях экстремальных нагрузок для выявления возможных сбоев и снижения производительности.
3. **Идентификация узких мест в компонентах системы:**
Определение компонентов системы, оказывающих наибольшее влияние на снижение производительности при увеличении нагрузки.
4. **Разработка рекомендаций по оптимизации производительности систем.**

Основные задачи:

1. **Анализ профилей нагрузки:**
Изучение бизнес-процессов и критических операций в системе для моделирования реальной нагрузки.

2. Эмуляция внешних систем и нагрузок:

Настройка эмуляторов внешних систем и взаимодействий для создания условий, приближенных к реальным.

3. Разработка сценариев нагрузочного тестирования:

Создание тестовых сценариев, моделирующих различные уровни нагрузки до 200% от стандартных, включая генерацию запросов и симуляцию работы различных типов пользователей.

4. Проведение нагрузочных испытаний:

Выполнение нагрузочных тестов с постепенным увеличением нагрузки в контролируемой среде.

5. Сбор и анализ данных:

Сбор метрик производительности системы, таких как использование процессора, оперативной памяти, время отклика и время обработки запросов.

6. Поиск узких мест:

Анализ результатов тестов для выявления компонентов системы, которые ограничивают производительность, и подготовка рекомендаций по их устранению.

7. Подготовка отчетов:

Создание подробных отчетов с результатами тестирования, выявленными проблемами и предложениями по их решению.

8. Проведение повторного тестирования:

Повторное тестирование после оптимизации системы для оценки эффективности предложенных улучшений.

6 Выводы

На основе результатов тестирования был произведён анализ, который позволяет сделать следующие выводы:

1. **Максимальная производительность достигнута при нагрузке 120%** от текущего профиля, что подтвердилось тестом подтверждения.
2. При нагрузке 140% от текущего профиля время отклика начинает деградировать, и в 160 % время отклика полностью выходит из-под контроля.
3. Аппаратная конфигурация не является первостепенной причиной низкой производительности:
 - а. **Аппаратные ресурсы удовлетворяют требованиям системы**, что подтверждается загрузкой аппаратных ресурсов при проведении тестирования, которая подробно изложена в метриках утилизации ресурсов в приложениях.

В ходе тестирования зафиксирован ряд проблем, влияющих на использование системы, список которых можно найти в разделе Обнаруженные проблемы.

7 Обнаруженные проблемы

Таблица 4: Обнаруженные проблемы

№	Проблема	Описание	Статус	Дата	Релиз
1	Функциональная проблема в создании тренда	Проблема возникает при создании тренда	Исправлена	25.09.2024	4.7.0
2	Проблемы с лицензионными ограничениями СНГ Boomq.	Проблема возникает, если на выданном нам аккаунте время запущенных тестов превышает 8 часов. Больше этого времени в процессе нагрузочного тестирования мы не смогли создать	Не исправлена	26.09.2024	4.7.0
3	Проблема с постановкой в очередь на тест	Максимальное количество тестов в очереди 50. От сервера приходит ответ с кодом ошибки 403.	Не исправлена	27.09.2024	4.7.0

8 Рекомендации

Рекомендации для BoomQ

Способы повышения производительности дисковой системы:

1. **Использование RAID:**
 - 1.1. Для увеличения скорости чтения и записи можно применить RAID-массивы:
 - 1.1.1. RAID 0 – максимальная производительность записи.
 - 1.1.2. RAID 10 – баланс производительности и надёжности.
2. **Кэширование:**
 - 2.1. Внедрение кэширования временных данных перед записью на диск улучшит производительность и снизит задержки.
3. **Использование нескольких дисков:**
 - 3.1. Если объём данных велик, распределение нагрузки на несколько SSD-дисков позволит параллельно обрабатывать операции чтения/записи.

Оптимизация создания Трендов:

При создании нового тренда список запущенных тестов может включать до 1000 позиций, что замедляет загрузку. Рекомендуется ограничить список до 20 тестов для повышения скорости отображения.

Рекомендации для заглушки и мониторинга

Оптимизация работы дисковой подсистемы и ввода-вывода (I/O):

1. **Оптимизация ввода-вывода:**
 - 1.1. Для повышения производительности:
 - Перейти на SSD или использовать RAID.
 - Внедрить асинхронный ввод-вывод для более быстрой обработки.
 - Использовать кэширование для снижения прямых операций с диском.
2. **Снижение I/O wait:**
 - 2.1. Для уменьшения времени ожидания ввода-вывода:
 - Увеличьте пропускную способность I/O операций.
 - Используйте несколько дисков для параллельной обработки данных.
3. **Мониторинг пиковых нагрузок на CPU:**
 - 3.1. Пики нагрузки на CPU могут замедлять работу системы. Рекомендуется оптимизировать фоновые задачи и перераспределить их между ядрами процессора.
4. **Расширение кэширования:**
 - 4.1. При наличии свободной оперативной памяти, расширьте кэширование данных для снижения нагрузки на дисковую систему и уменьшения задержек I/O.

9 Методика тестирования

Нагрузочное тестирование проводилось в соответствии с документом "**Методика нагрузочного тестирования СНТ BoomQ.docx**", разработанным компанией «Перфоманс Лаб» и согласованным с Заказчиком. В данном разделе описаны профили нагрузки, этапы эмуляции нагрузки, критерии успешности и отступления от методики.

9.1 Профили нагрузки

Таблица 5: Профиль нагрузки

№	Операция	Нагрузка (операций/час)	% от нагрузки боевого стенда
1	Регистрация	195	100%
2	Создание теста	1170	
3	Запуск теста	45	
4	Создание отчета	780	
5	Создание тренда	1170	

9.2 Эмуляция нагрузки

Моделирование нагрузки от операционной деятельности производится с использованием средств HP LoadRunner, путем эмуляции, HTTPS сообщений порождаемых системой.

Для моделирования нагрузки на СНТ BoomQ использовался инструмент **Load Runner CE 24.1**, который эмулировал выполнение пользовательских сценариев. Нагрузка была разбита на ступени, начиная с 20% и до 200%, каждая ступень длилась 10 минут. В тестировании было задействовано 50 виртуальных пользователей.

9.3 Критерии успешности проведения тестов

Тестирование считалось успешным, если:

- Запросы выполнялись с частотой, соответствующей профилю тестирования. Допустимо не более 10% ошибок для всех пользовательских сценариев в сумме, и не более 5% для каждого сценария отдельно.

- По окончании теста были получены данные по времени отклика системы и использованию системных ресурсов, которые соответствовали требованиям производительности.
- Критерии проверялись по данным, полученным за интервал стабилизированной нагрузки длительностью не менее 60 минут.

Критерии оценки производительности:

- 90% операций должны соответствовать требованиям по времени отклика операционной деятельности.
- 90% операций должны соответствовать требованиям по времени отклика процессинга.

9.4 Отступления от методики тестирования

Тестирование проводилось с некоторыми отступлениями от утвержденной методики. Основное отступление было связано с ограничениями системы BoomQ по максимальному количеству одновременно запущенных тестов и их продолжительности. Поскольку максимальная очередь в системе составляет 50 тестов, а суммарное время тестов не может превышать 8 часов, запуск тестов пришлось снизить с 351 до 45 операций в час. Это изменение было согласовано с Заказчиком.

9.5 Проведённые тесты

Таблица 6: Проведённые тесты

№	Вид теста	Описание	Дата и время	Длительность (ч)	Статус теста	Результаты
1	Поиск максимальной производительности	Нагрузка 200% для поиска максимальной производительности	25.09.2024	1 ч. 40 мин	Невалидный	Были выявлены функциональные ошибки, связанные с созданием трендов
2	Поиск максимальной производительности	Нагрузка 200% для поиска максимальной производительности	26.09.2024	1 ч. 40 мин	Невалидный	Ошибки, связанные с тем, что можно было запустить только 40 тестов одновременно
3	Поиск максимальной производительности	Нагрузка 200%. Уменьшение до 10 операций в час для запуска теста	26.09.2024	1 ч. 40 мин	Валидный	Выявлена точка, при которой время отклика превышало допустимые значения

№	Вид теста	Описание	Дата и время	Длительность (ч)	Статус теста	Результаты
4	Поиск максимальной производительности	Нагрузка 200%. Увеличение до 45 операций в час для запуска теста	27.09.2024	1 ч. 40 мин	Валидный	Подтверждена точка, при которой время отклика превышает допустимые показатели при 45 операциях
5	Подтверждение максимальной производительности	Нагрузка около 120% от максимума	27.10.2024	1 ч. 40 мин	Валидный	Отклики нормализовались через 13 минут и соответствовали желаемым результатам
6	Тест стабильности системы	Проверка стабильности системы под длительной нагрузкой	-	8 ч	-	-

9.6 Ограничения тестирования

В рамках проводимого нагрузочного тестирования следуют ограничения:

- Тестирование было **направлено исключительно на нагрузочные испытания** и не предусматривало выявление функциональных ошибок. Однако, **все обнаруженные функциональные дефекты** в ходе тестирования были зафиксированы и переданы Заказчику для дальнейшего анализа и устранения.
- В ходе тестирования было согласовано изменение изначального сценария: вместо запланированных **351 операции в час** по согласованию с Заказчиком, количество операций было **снижено до 45 операций в час**. Это изменение связано с ограничениями системы BoomQ по числу одновременно запущенных тестов и их продолжительности.
- Перед проведением тестирования на этапе создания нагрузочных скриптов версии компонентов информационной системы фиксируются и не изменяются до окончания тестирования.
- Организация, работоспособность и доступность тестового стенда обеспечивается Заказчиком.
- Специалисты Заказчика предоставляют профиль нагрузки.

10 Результаты нагрузочного тестирования

Типы проведенных тестов:

- Тесты для определения максимальной производительности системы.
- Тесты для подтверждения найденного уровня максимальной производительности.

Цель тестирования поиска максимальной производительности — выявить точку, при которой система начинает демонстрировать признаки деградации. Как только этот уровень будет зафиксирован, проводится тест подтверждения, в котором система подвергается аналогичной нагрузке в течение часа для проверки её устойчивости и воспроизведения условий, максимально приближенных к реальной работе сервиса.

10.1 Тест максимальной производительности

Интенсивность нагрузки

В тесте №4 на максимальную производительность было выполнено постепенное повышение нагрузки по профилю тестирования пока не достигнута 200% нагрузка, с шагом увеличения нагрузки равном 20% каждые 10 минут.

График 1 : Зависимость изменения времени отклика от уровня нагрузки (тест №4)

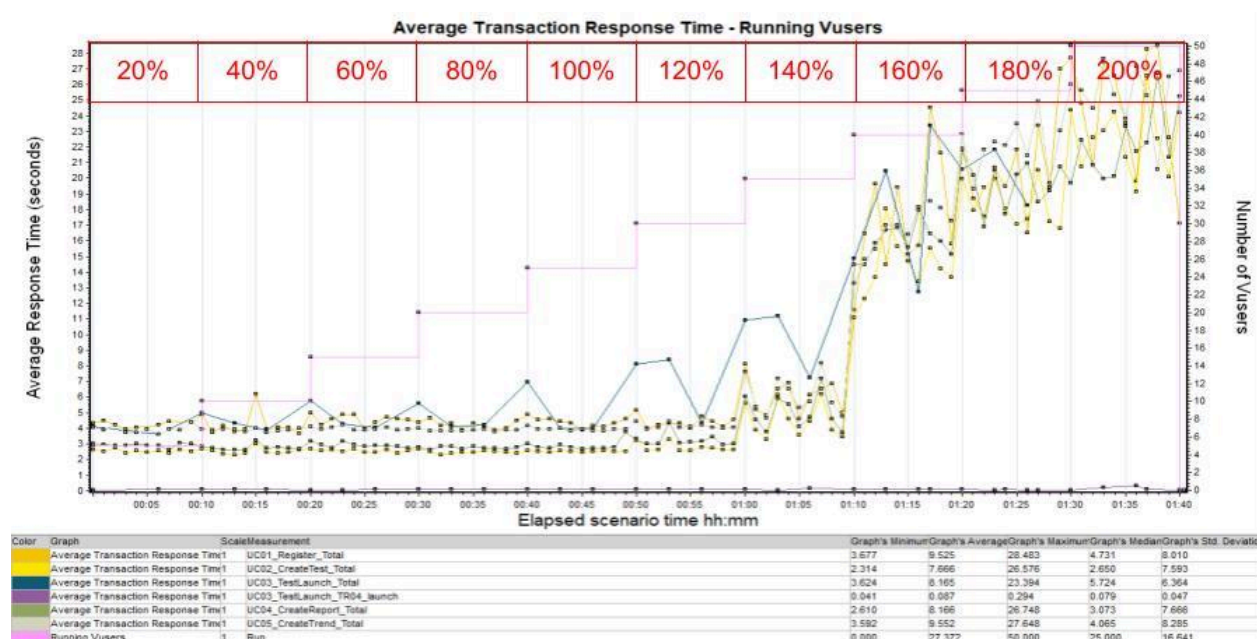


График №1 показывает, что при увеличении нагрузки до **160%**, время отклика транзакций резко возросло, что указывает на достижение предела производительности системы. До уровня **120%** нагрузка не вызвала значительного ухудшения, и система работала стабильно.

Количество операций

Таблица 7: Количество выполненных операций

Параметр	Значение
Взвешенное среднее время отклика транзакций	3.4
Всего успешных транзакций	41,458
Всего неудачных транзакций	102
Процент успешных транзакций	99.8%
Всего ошибок в секунду	0
Всего ошибок	34

Таблица 8: Количество выполнений по каждой операции

Наименование операции	Требование к времени отклика (сек)	Время отклика (95 перц.)	Требуемое кол-во операций 200% профиль	Фактическое кол-во операций	Количество ошибок
UC01_Register_	10	27	390	365	0
UC02_CreateTest	8	23	2340	1911	1
UC_03_TestLaunch	8	19	90	58	31
UC04_CreateReport	8	25	1560	1393	0
UC05_CreateTrend	8	27	2340	1821	2
Итого:			6720	5,548	34

По данной таблице можно сделать выводы:

Максимальная производительность, при которой результаты соответствуют предъявляемым требованиям к времени отклика, достигнутая в ходе тестирования, составляет **~120% от текущей боевой нагрузки Системы**.

Все времена отклика системы, описанные в документе, не учитывают задержки на пользовательской стороне, а представляют только время обработки запросов сервером.

Времена отклика операций

В таблице представлены обобщенные времена откликов по всем типам операций (графически данный результат отображен в диаграмме).

Таблица 9: Времена отклика теста (тест №4)

	Профиль 100% нагрузки	Профиль 140% нагрузки	Профиль 200% нагрузки
Название транзакции	Среднее Время отклика (сек)		
Регистрация	4.3	6.1	25.5
Создание теста	2.5	4.5	22.5
Запуск теста	4.7	9.6	0
Создание отчета	2.8	4.9	21.8
Создание тренда	3.9	6.1	25


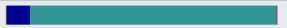




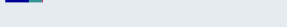
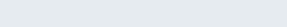

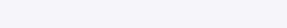
Таблица 10: Таблица с полным отчетом по транзакциям (тест №4)

Название транзакции	Минимум	Среднее	Максимум	Стандартное отклонение	95%	Количество о прохождений	Количество о ошибок
Action_Transaction	1.8	10.7	76.7	9.7	25.3	5548	34
UC01_Register_Total	3.6	12.9	52.9	10.1	27.1	365	0
UC01_Register_TR01_mainPage	1.1	9.4	46.5	9	22.4	365	0
UC01_Register_TR02_login_as_admin	0.5	1	5.2	0.6	1.7	365	0
UC01_Register_TR03_nagruzka	0.2	0.4	2.3	0.3	0.8	365	0
UC01_Register_TR04_edit	0.1	0.3	1.6	0.4	0.8	365	0
UC01_Register_TR05_add_new_team_member	0.2	0.3	1.2	0.1	0.4	365	0
UC01_Register_TR06_copy_link	0.3	0.4	3.5	0.2	0.5	365	0

UC01_Register_TR07_authorize_new_user	0.1	0.2	1.8	0.1	0.2	365	0
UC01_Register_TR08_create_password	0.5	0.8	4.2	0.5	1.5	365	0
UC02_CreateTest_Total	1.8	9.5	76.7	9.3	23.3	1911	1
UC02_CreateTest_TR01_mainPage	1.1	8.5	74.8	8.9	21.7	1911	1
UC02_CreateTest_TR02_login	0.5	0.9	8.4	0.6	1.6	1911	0
UC02_CreateTest_TR03_add_new_test	0.5	0.9	1.6	0.1	0.3	1911	0
UC02_CreateTest_TR04_save_test	0.1	0.1	2.7	0.1	0.1	1911	0
UC03_TestLaunch_Total	3.6	9.3	30.5	6.3	18.8	58	31
UC03_TestLaunch_TR01_mainPage	1.3	12.1	56.3	11	27.3	89	0
UC03_TestLaunch_TR02_login	0.5	1.1	3.8	0.7	1.9	89	0
UC03_TestLaunch_TR03_trends	1.1	2	19.9	1.3	3.6	89	0
UC03_TestLaunch_TR04_select_test	0.1	0.2	3.4	0.2	0.4	89	0
UC03_TestLaunch_TR05_add_charts_tables	0.1	0.1	1.7	0.1	0.3	89	0
UC04_CreateReport_Total	2.1	11	75.2	9.6	25.2	1393	0
UC04_CreateReport_TR01_mainPage	1.1	8.9	74	8.6	21.5	1393	0
UC04_CreateReport_TR02_login	0.5	1	14.8	0.7	1.7	1393	0
UC04_CreateReport_TR03_reports	0	0	1.5	0	0	1393	0
UC04_CreateReport_TR04_add_new_report	0.1	0.4	4.7	0.5	1.1	1393	0
UC04_CreateReport_TR05_add_items	0.1	0.5	6.1	0.6	1.2	1393	0
UC04_CreateReport_TR06_back_to_reports	0	0.1	1.5	0.1	0.1	1393	0
UC05_CreateTrend_Total	3	11.2	60.6	9.9	26.7	1821	2

UC05_CreateTrend_TR01_mainPage	1.1	7.9	52.7	8.5	20.9	1821	2
UC05_CreateTrend_TR02_login	0.5	0.9	8.1	0.6	1.6	1821	0
UC05_CreateTrend_TR03_trends	1.1	2	19.9	1.3	3.6	1821	0
UC05_CreateTrend_TR04_select_test	0.1	0.2	3.4	0.2	0.4	1821	0
UC05_CreateTrend_TR05_add_charts_tables	0.1	0.1	1.7	0.1	0.3	1821	0
UC05_CreateTrend_TR06_save	0	0.1	0.1	0	0	1821	0

Таблица 11: Худшие URL по времени отклика (тест №4)

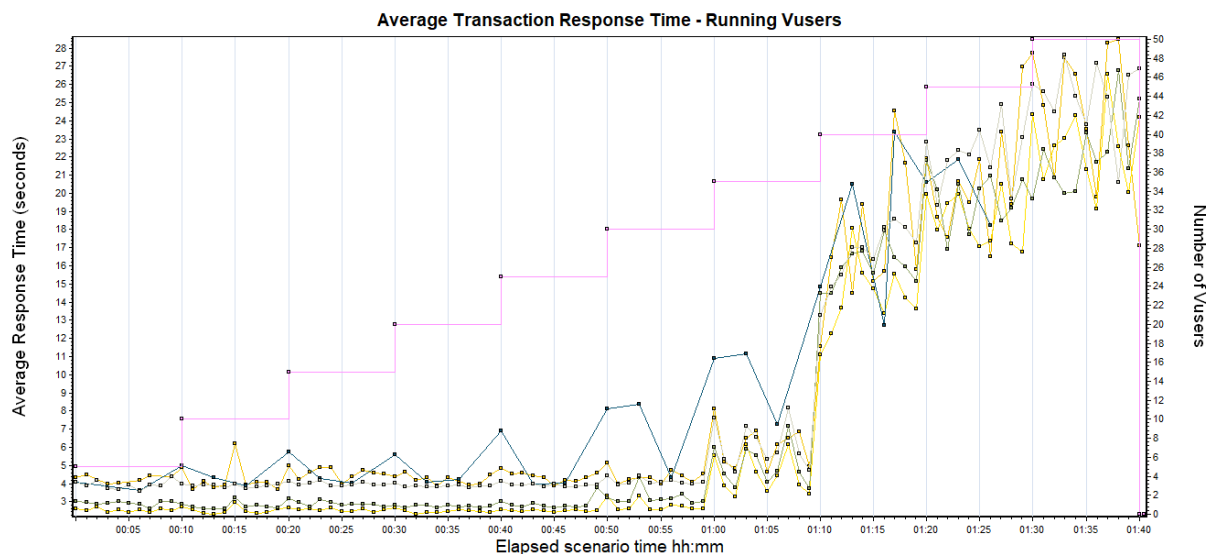
URL name	Parent transaction name	Layers breakdown of the URL	Count	Total	Min	Max	Avg	StdDev
https://dev-boomq.pflb.ru/	UC01_Register_TR01_mainPage		66	13.6	1.1	32.6	5.9	7.2
https://dev-boomq.pflb.ru/	UC04_CreateReport_TR01_mainPage		254	13.2	1.2	40.4	5.9	7.8
https://dev-boomq.pflb.ru/	UC02_CreateTest_TR01_mainPage		368	12.1	1.1	33	5.4	7
https://dev-boomq.pflb.ru/	UC05_CreateTrend_TR01_mainPage		350	11.5	1.1	35.7	5.4	7.1
https://dev-boomq.pflb.ru/	UC03_TestLaunch_TR01_mainPage		12	10	1.3	12.7	4.1	3.4
https://dev-boomq.pflb.ru/project-srv/project?sort=lastModified,desc&size=999	UC05_CreateTrend_TR03_trends		350	1.8	1.1	17.8	1.7	1.3
https://dev-boomq.pflb.ru/project-srv/project?sort=lastModified,desc&size=999	UC03_TestLaunch_TR05_run_test		12	1.4	1.2	2.4	1.4	0.4
https://dev-boomq.pflb.ru/auth-srv/team?size=2	UC01_Register_TR08_create_password		66	0.4	0.3	1.2	0.4	0.2
https://dev-boomq.pflb.ru/auth-srv/team?page=0&size=8	UC01_Register_TR03_nagruzka		66	0.4	0.2	1	0.4	0.2
https://dev-boomq.pflb.ru/auth-srv/team?size=2	UC04_CreateReport_TR02_login		254	0.3	0.2	2.6	0.4	0.3

2.7 5.4 8.2 10.9 13.6 seconds

 DNS Resolution
  Connection
  SSL Handshaking
  FTP Authentication

 First Buffer
  Receive
  Client
  Error

График 2: Зависимость изменения времени отклика от уровня нагрузки (тест №4)



На графике №2 видно, что система работает стабильно при нагрузке до 120%. Начиная с 160% нагрузки, время отклика транзакций резко возрастает, что указывает на достижение предела производительности. До этого момента все метрики оставались в пределах допустимых значений, но после 160% начинается явное ухудшение производительности.

График 3: Количество транзакций UC01_Register и среднее время отклика (тест №4)

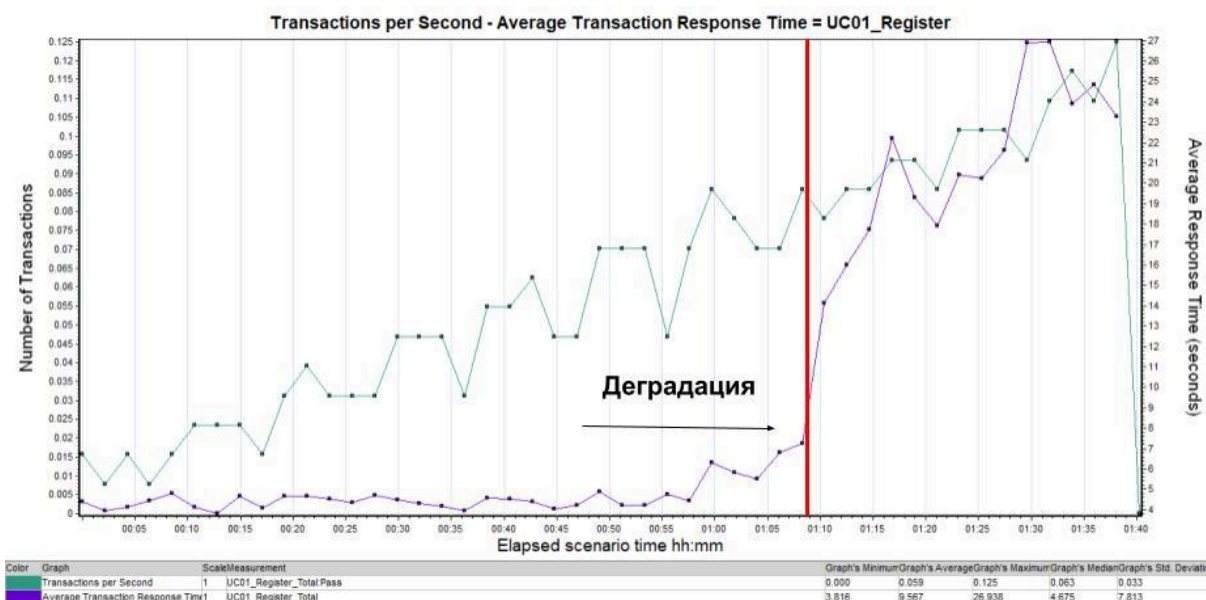


График 4: Количество транзакций UC02_CreateTest и среднее время отклика (тест №4)



График 5: Количество транзакций UC03_TestLaunch и среднее время отклика (тест №4)

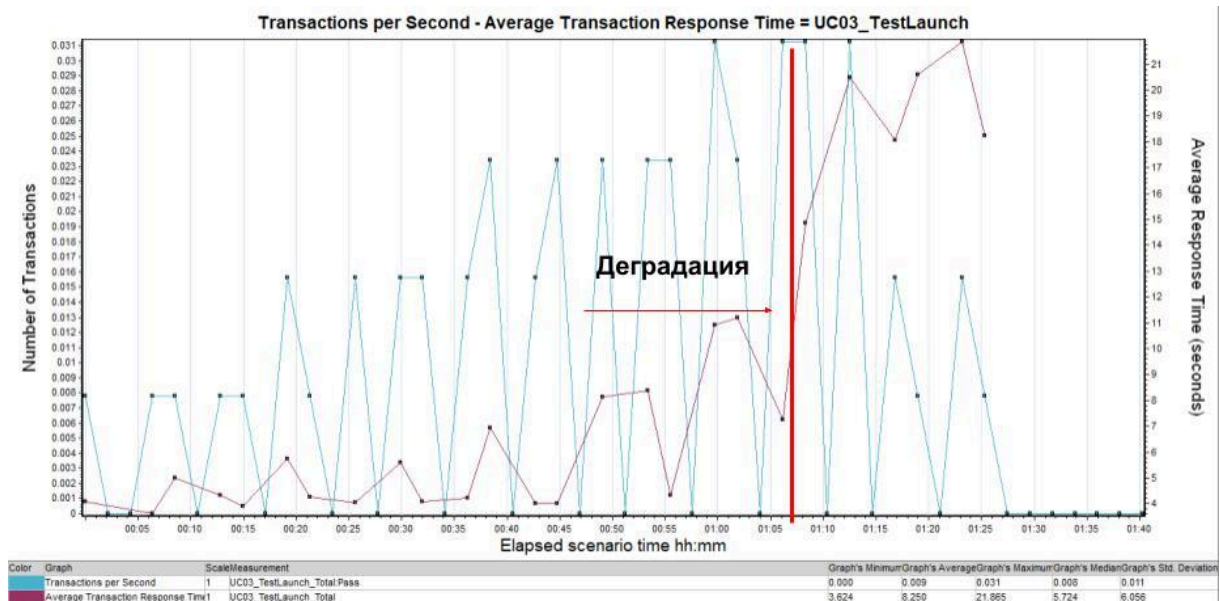


График 6: Количество транзакций UC04_CreatReport и среднее время отклика (тест №4)

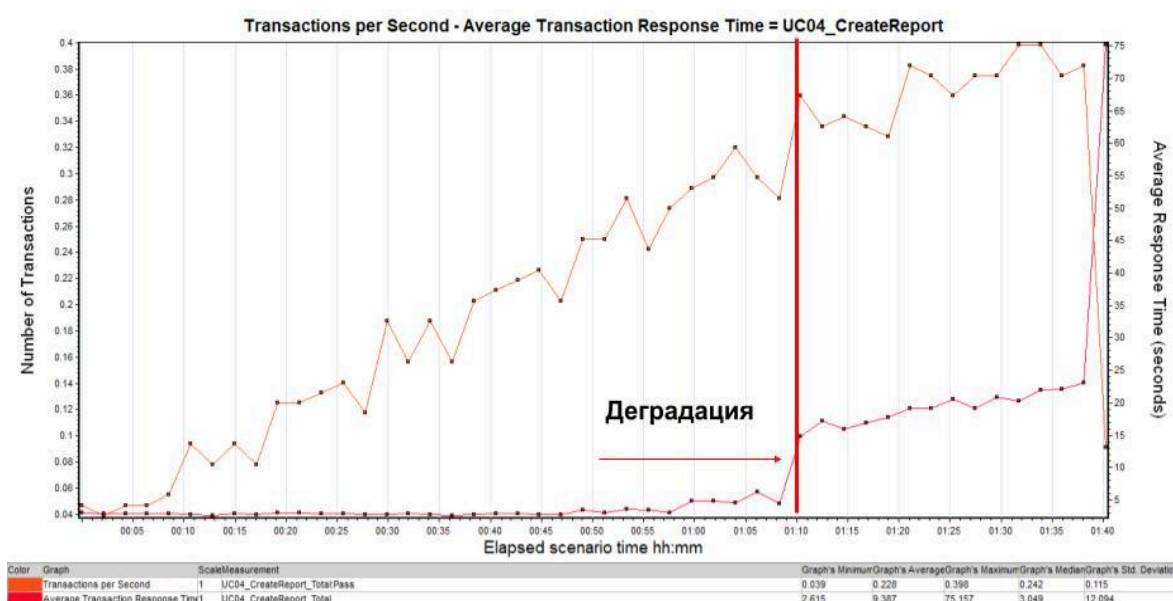
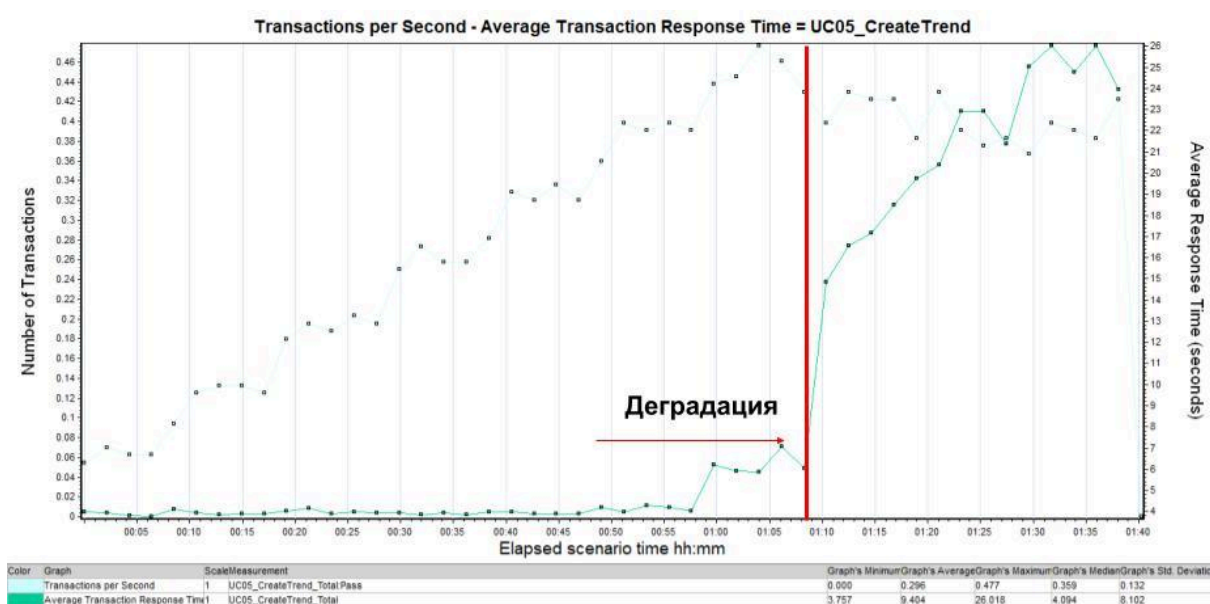


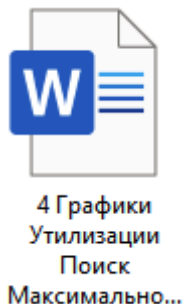
График 7: Количество транзакций UC05_CreateTrend и среднее время отклика (тест №4)

**Общий вывод:**

На основе представленных графиков ([сделать ссылку на архив](#)) можно сделать вывод, что на всех этапах тестирования с увеличением нагрузки время отклика транзакций возрастало, а количество транзакций в секунду снижалось, что свидетельствует о деградации системы. Особенно заметное ухудшение началось после отметки в 1:10 минут теста, когда время отклика для всех операций значительно увеличилось. Это особенно критично для операций создания отчетов и

запуска тестов, где время отклика превышало допустимые значения, указывая на серьезное снижение производительности системы под высокой нагрузкой.

10.2 Утилизация аппаратных ресурсов теста



На основании предоставленных данных и метрик, было проведено исследование системы в условиях возрастающей нагрузки. Тестирование включало запуск различных операций с постепенным увеличением нагрузки по каждому сценарию, и основной целью было выявить причины увеличения времени отклика системы после 7-й ступени (140% нагрузки). В ходе анализа были рассмотрены метрики по использованию процессора (CPU), оперативной памяти (RAM), операций ввода-вывода (I/O), а также контекстные переключения и форки.

Анализ метрик и данных сервера BoomQ

1. Утилизация CPU:

- Нагрузка на процессор равномерная, среднее использование на уровне 10-20%, с пиковыми значениями до 36%.
- Проблемы с процессором не были основной причиной замедления системы.

2. Утилизация CPU по ядрам:

- Загрузка ядер не превышала 45%, что подтверждает нормальную работу системы.
- CPU не является узким местом в производительности, и все ядра работают эффективно.

3. Утилизация памяти (RAM):

- Использование памяти стабильно на уровне 9.8 ГБ при доступных 15.5 ГБ. Swap не используется.
- Нехватки оперативной памяти не наблюдается, что свидетельствует о достаточности ресурсов.

4. Утилизация дисковой подсистемы:

- Диск используется на 79.6%, что близко к предельному значению. Заполнение диска может привести к падению производительности.
- Есть пики операций записи/чтения, которые могут указывать на моменты повышенной нагрузки на диск.
- Время отклика дисковой системы также показывает всплески, что указывает на возможные проблемы с I/O.

Рекомендации:

- Рассмотреть увеличение свободного места на диске (оставлять не менее 20%).
- Оптимизировать операции записи на диск, например, используя кэширование для уменьшения пиковых нагрузок.
- В случае дальнейших проблем с производительностью диска, рассмотреть использование SSD или более продвинутых конфигураций RAID.

5. Kernel (контекстные переключения и форки):

- Количество контекстных переключений и форков увеличивается по мере роста нагрузки. Однако значительных проблем с производительностью в этом плане не выявлено.

Рекомендации:

- Можно оптимизировать код для уменьшения количества форков и контекстных переключений, однако это не является приоритетным.

Основные проблемы:

1. **Дисковая подсистема:** Высокая степень заполнения диска (~80%) и всплески активности I/O указывают на потенциальные проблемы при дальнейшем увеличении нагрузки.
2. **Рост нагрузки:** В моменты пиковых тестов (особенно после 7-й ступени) возникают задержки, связанные с увеличением количества операций ввода-вывода.

Рекомендации:

- **Мониторинг и оптимизация диска:** Увеличить свободное место, использовать SSD или улучшить конфигурацию RAID.
- **Оптимизация записи данных:** Внедрить кэширование для уменьшения кратковременных всплесков активности.
- **Масштабирование ресурсов:** Внедрить систему мониторинга для своевременного оповещения о критических нагрузках и возможное масштабирование.

Анализ метрик и данных BoomQ Generator

1. Утилизация CPU

Метрики указывают на низкую загрузку процессора. Средние значения использования CPU остаются в пределах 0.05%, а максимальные значения редко превышают 0.5% на отдельных ядрах. В целом, система работает с минимальной нагрузкой на процессор. Процент загрузки каждого ядра также остается в пределах нормы, что свидетельствует об отсутствии узких мест, связанных с обработкой запросов.

Пре-ядровая нагрузка процессора распределена равномерно, среднее значение не превышает 0.1%, а максимальные пики достигают 0.4%. Это говорит о том, что система эффективно справляется с нагрузкой на процессор, и нет необходимости в оптимизации CPU на данном этапе.

2. Контекстные переключения

Среднее количество контекстных переключений составляет около 99 операций в секунду, что находится в пределах нормальной работы. Максимальные значения достигают 150 операций в секунду, что свидетельствует о том, что система работает стабильно даже при небольших пиках нагрузки. Это показывает, что операционная система эффективно управляет процессами, и нет перегрузки контекстных переключений.

3. Форки (создание процессов)

Графики показывают редкие пики создания новых процессов (forks), с максимальными значениями до 1.5 операций в секунду. В остальное время количество форков остается на очень низком уровне — около 0.009 операций в секунду. Это означает, что система генерирует и завершает процессы очень редко, что указывает на низкую нагрузку по процессам.

4. Использование памяти (RAM)

Использование оперативной памяти остается на низком уровне — около 741.99 MB из доступных 32 GB. Это свидетельствует о том, что нагрузка на память крайне мала, и система имеет достаточный запас ресурсов для работы под более высокой нагрузкой.

Swap:

Использование свопа вообще не наблюдается, что подтверждает достаточное количество доступной оперативной памяти для текущих операций. Это хороший показатель, так как активное использование свопа может указывать на нехватку памяти и снижать производительность.

5. Ввод-вывод (I/O)

Запросы дискового ввода-вывода остаются минимальными. Графики показывают несколько пиков активности (до 48.1 ms по времени I/O), однако средние значения находятся в районе 0 ms. Это указывает на низкую загрузку дисковой подсистемы, что свидетельствует о том, что система не испытывает проблем с дисковыми операциями.

6. Инициализация новых процессов (Forks)

Частота создания новых процессов также остается крайне низкой, что указывает на стабильную работу без перегрузки системы новыми процессами. Это также является признаком того, что ресурсы CPU и памяти используются эффективно.

Заключение:

Метрики BoomQ Generator показывают стабильную и производительную работу системы с минимальной нагрузкой на процессор, память и дисковую подсистему. Контекстные переключения и форки остаются на низком уровне, что подтверждает эффективное распределение ресурсов и стабильную работу системы. Никаких узких мест или перегрузок не выявлено.

Анализ метрик и данных Сервера заглушки + Мониторинг

1. Загрузка процессора (CPU)

- Нагрузка на процессор варьируется в пределах, и видны пиковые значения до 40-50% на некоторых ядрах.
- В то же время основная часть времени использования процессора находится на довольно низком уровне (~1-3%).
- Часто возникают моменты **I/O wait** (до 6%), что указывает на ожидание завершения операций ввода-вывода.
- Для каждого ядра процессора наблюдаются краткосрочные пики, что свидетельствует о коротких периодах интенсивной нагрузки на процессор.

Выводы: Низкая средняя нагрузка на процессор, но присутствуют пики до 50%, которые могут быть связаны с определенными задачами. Увеличенные показатели **I/O wait** указывают на возможные задержки ввода-вывода (работа с диском).

2. Использование оперативной памяти (RAM)

- Использование оперативной памяти остается относительно стабильным, на уровне ~1.5 GB из доступных 32 GB.
- Свободной памяти достаточно (27.85 GB).
- Кэширование активно использует около 4 GB памяти.

Выводы: В настоящее время система использует минимальное количество оперативной памяти, с большим запасом свободных ресурсов, что исключает проблемы с нехваткой памяти.

3. Дисковая система и I/O (ввод-вывод)

- Видна постоянная активность операций чтения и записи на диске. Операции записи достигают значений до 29.5 I/O операций в секунду, чтение — около 15 I/O операций в секунду.
- Временами возникают задержки ввода-вывода: время записи достигает до 2.6 секунд.
- Пиковые значения для **Disk I/O** времени связаны с интенсивными операциями записи, что указывает на возможное узкое место в дисковой системе.

Выводы: Операции с диском могут быть узким местом при обработке задач, особенно при пиковых значениях записи. Система может ожидать завершения операций записи, что отражается в высоких значениях **I/O wait**.

4. Контекстные переключения и форки

- Количество контекстных переключений варьируется от 1k до 10k операций в секунду, что указывает на высокую активность потоков и процессов.
- Форки (создание новых процессов) наблюдаются редко, однако присутствуют пики до 0.5 операций в секунду.

Выводы: Контекстные переключения на относительно высоком уровне, что может быть связано с интенсивной многозадачностью. Тем не менее, процессоров достаточно для обработки этих задач без значительных задержек.

Рекомендации:

1. Оптимизация операций ввода-вывода:

- Пики по времени операций записи указывают на потенциальное узкое место в дисковой системе. Рекомендуется рассмотреть улучшение дисковой подсистемы (SSD, RAID), использование асинхронного ввода-вывода, или внедрение механизмов кэширования данных для уменьшения прямых операций с диском.

2. Снижение **I/O wait**:

- Повышенные значения **I/O wait** могут замедлять выполнение задач. Рассмотрите увеличение полосы пропускания операций ввода-вывода и распределение нагрузки на несколько дисков.

3. Мониторинг пиковых нагрузок CPU:

- В моменты интенсивной работы наблюдаются краткосрочные пики загрузки процессора. Возможно, стоит обратить внимание на фоновые задачи и распределение нагрузки между ядрами для предотвращения увеличения задержек.

4. Расширение кэширования:

- Учитывая большое количество свободной оперативной памяти, можно расширить использование кэширования для уменьшения обращения к диску и уменьшения задержек на уровне ввода-вывода.

Эти рекомендации позволят повысить общую производительность системы и снизить вероятность задержек при пиковых нагрузках.

Анализ метрик и данных точки подачи нагрузки на СХТ BoomQ

1. CPU Load:

- Нагрузка на процессор остается достаточно низкой. Даже при пиках, использование не превышает 6-12% для отдельных ядер. Это говорит о том, что текущая нагрузка на сервер не вызывает существенных проблем с вычислительными ресурсами.
- Нагрузка на ядра распределяется равномерно, но не достигает критических значений.

2. Использование CPU по ядрам:

- Максимальная нагрузка на отдельные ядра не превышает 12.1%, что показывает, что сервер эффективно использует ресурсы. Однако есть ядра, которые используют значительно меньше ресурсов, что может указывать на возможность более равномерного распределения задач между ядрами.

3. Memory Usage:

- Использование памяти относительно стабильно, с показателем использования около 11.3-12 ГБ из 16 ГБ. Это указывает на хорошее распределение памяти без проблем с утечками или нехваткой.
- Своп не используется, что является хорошим показателем, так как это означает, что система не нуждается в переносе данных из оперативной памяти на диск.

4. Дисковая подсистема (I/O):

- Активность чтения и записи на диск остаются на приемлемом уровне. Дисковые операции чтения/записи находятся на уровне 5.5-40 IO/s, что также указывает на то, что система работает стабильно.
- Время доступа к диску (I/O time) минимально — около 0.00649-0.00499 ms, что говорит о хорошей производительности дисков.

5. Контекстные переключения и форки:

- Среднее количество контекстных переключений находится на уровне 1.46K ops/s, что является нормой для серверных систем при нагрузке.
- Количество форков незначительное, что указывает на то, что процессы не создаются слишком часто, и ресурсы не расходуются на избыточные операции.

Рекомендации:**1. Перераспределение задач на ядра:**

- Важно обратить внимание на равномерное распределение нагрузки между ядрами процессора. Хотя максимальная нагрузка не достигает критических значений, есть возможность более равномерно распределить задачи между всеми ядрами для повышения эффективности.

2. Мониторинг памяти:

- Меньше чем 4 ГБ свободной памяти при 16 ГБ общей оперативной памяти — это допустимо, но важно продолжать мониторить использование памяти. Возможно, увеличение объема доступной памяти может улучшить производительность в случае увеличения нагрузки.

3. Долгосрочный мониторинг дисковой активности:

- Долгосрочный мониторинг дисковой активности (особенно записи) поможет выявить возможные проблемы при увеличении нагрузки. Хотя в текущих показателях все стабильно, увеличение записи или чтения может потребовать оптимизации работы с файловой системой.

4. Оценка потенциала по масштабируемости:

- В случае увеличения нагрузки или расширения тестов, обратите внимание на возможное увеличение объема данных, которые записываются на диск. Оптимизация операций ввода-вывода может быть полезной для будущих сценариев с большей нагрузкой.

5. Продолжение мониторинга производительности CPU:

- Хотя процессор загружается на низком уровне, рекомендуется поддерживать регулярный мониторинг для того, чтобы на ранних стадиях увидеть любые изменения в производительности или увеличения нагрузки на отдельные ядра.

Соответствие требованиям на различных ступенях нагрузки

Таблица 12: Времена отклика теста (тест №4)

Критерий Требования к утилизации \ ступень теста %	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
SLA по времени отклика*										
CPU										
Сервер СHT Boomq										
Сервер генератора нагрузки СHT Boomq										
Сервер мониторинга и заглушек СHT Boomq										
Сервер точки подачи нагрузки на СHT Boomq										
RAM										
Сервер СHT Boomq										
Сервер генератора нагрузки СHT Boomq										
Сервер мониторинга и заглушек СHT Boomq										
Сервер точки подачи нагрузки на СHT Boomq										
DISK										
Сервер СHT Boomq										
Сервер Генератора нагрузки СHT Boomq										
Сервер мониторинга и заглушек СHT Boomq										
Сервер точки подачи нагрузки на СHT Boomq										
Требование к максимально допустимому отклонению от профиля нагрузки										
Требование к % ошибок										

В таблице отображено соответствие проведенного теста критериям для каждой из ступеней теста. **Зеленым** отмечены те критерии, которым тест соответствует при подаче соответствующей нагрузки. **Светло Красная**, то на что следует обратить внимание. **Красная** не соответствует.

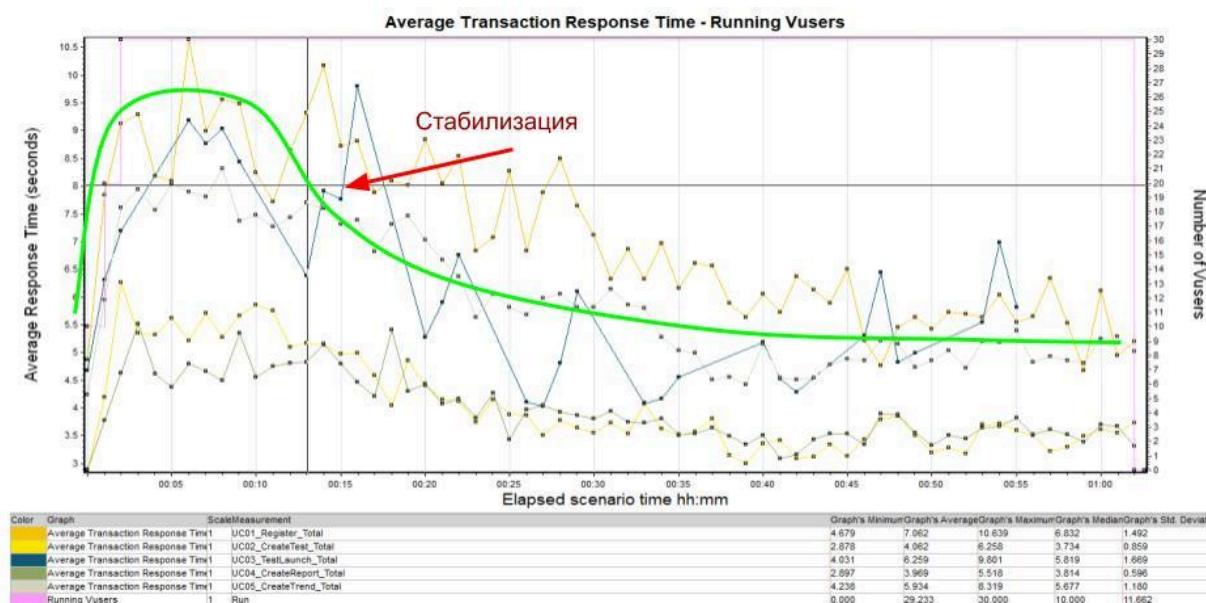
10.3 Результаты нагрузочного теста на стабильность

Была выбрана шестая ступень нагрузки. В момент когда система испытывала 120% нагрузки. В тесте подтверждения производительности нагрузка увеличилась до 120%, но после 13-й минуты времени отклика стабилизировались. На основе предоставленных данных и отчетов:

- 1) **Успешное выполнение SLA:** Ваши тесты соответствовали определенным SLA критериям:
 - a) **UC01_Register_Total:** Целевая SLA — 10 секунд, максимальное время отклика — 10.919 секунд, среднее — 6.698 секунд.
 - b) **UC02_CreateTest_Total:** Целевая SLA — 8 секунд, максимальное время отклика — 20.057 секунд, среднее — 3.73 секунды.
 - c) **UC03_TestLaunch_Total:** Целевая SLA — 8 секунд, максимальное время отклика — 9.801 секунд, среднее — 5.507 секунд.
 - d) **UC04_CreateReport_Total:** Целевая SLA — 8 секунд, максимальное время отклика — 17.657 секунд, среднее — 3.811 секунды.
 - e) **UC05_CreateTrend_Total:** Целевая SLA — 8 секунд, максимальное время отклика — 11.224 секунд, среднее — 5.554 секунд.
- 2) **Наблюдения за тестом:**
 - a) До 13-й минуты времени отклика выходили за пределы нормы, но после этого показатели стабилизировались, что указывает на возможные проблемы с производительностью системы при пиковой нагрузке, но с последующей стабилизацией.
 - b) Согласно 95-му перцентилю, все транзакции прошли с необходимыми временными показателями, несмотря на повышение нагрузки.

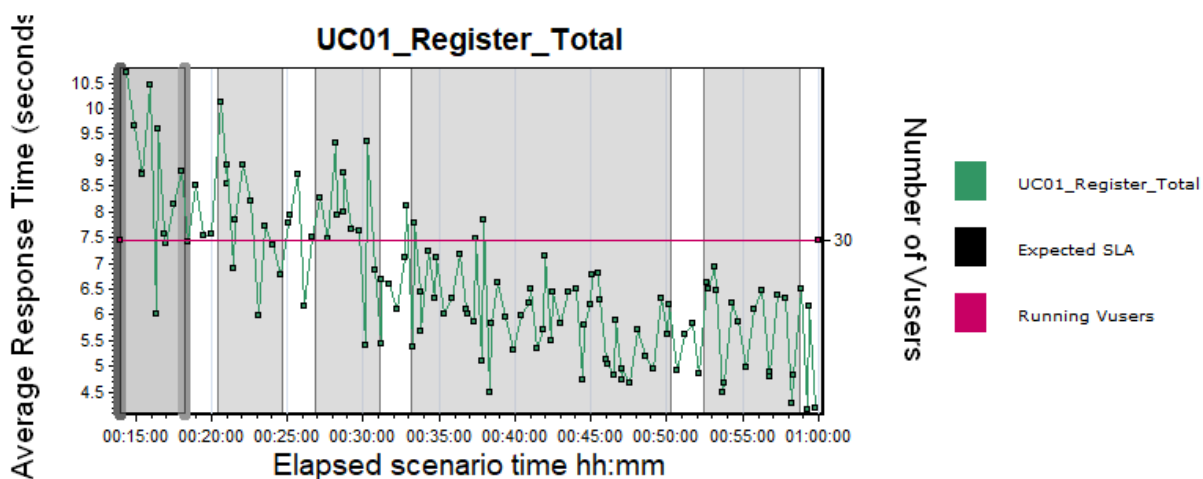
Таким образом, тест показал, что при увеличении нагрузки до 120%, система способна стабилизироваться и соответствовать установленным SLA для регистрации, создания тестов, запуска тестов, создания отчетов и создания трендов.

График 8: Момент стабилизации (тест №5)



Интенсивность нагрузки

График 9: Зависимость изменения среднее время отклика после стабилизации нагрузки (13:00) (тест №5)



Вывод: На графике 1 видно, что при достижении 600% нагрузки, количество транзакций, выполняемых на сервере, практически перестало увеличиваться, что говорит о том, что система достигла предела производительности.

График 10: Зависимость изменения среднее время отклика после стабилизации нагрузки (13:00) (тест №5)

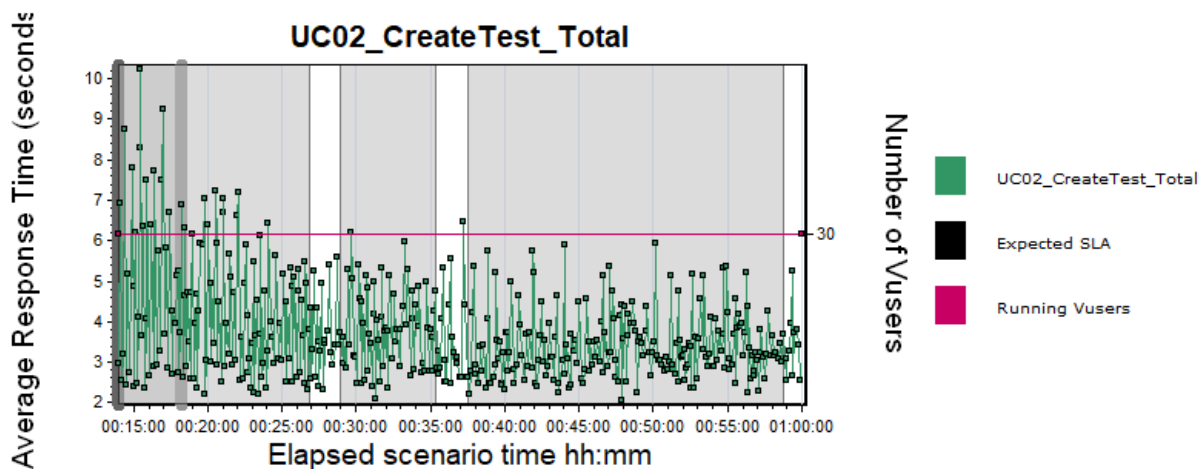


График 11: Зависимость изменения среднее время отклика после стабилизации нагрузки (13:00) (тест №5)

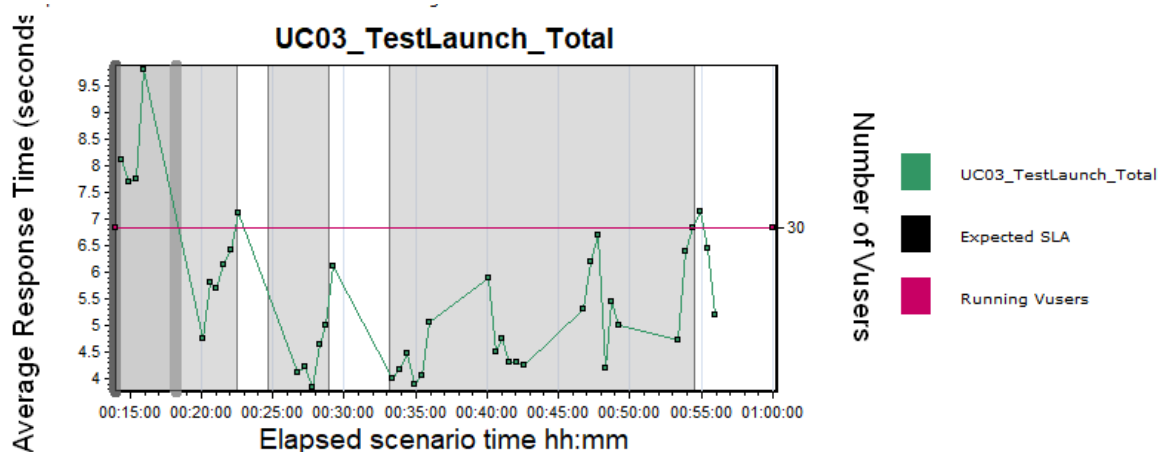


График 12: Зависимость изменения среднее время отклика после стабилизации нагрузки (13:00) (тест №5)

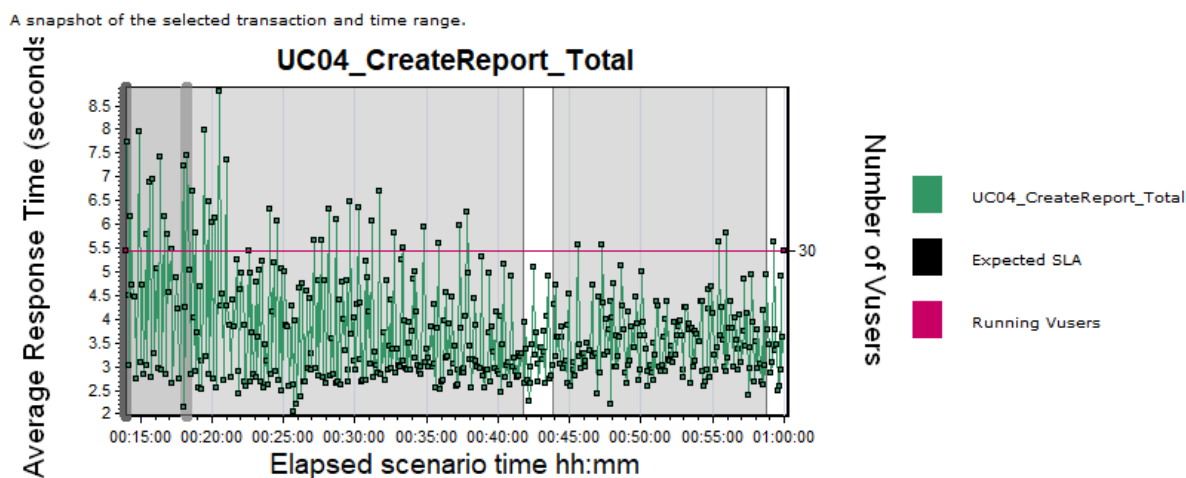
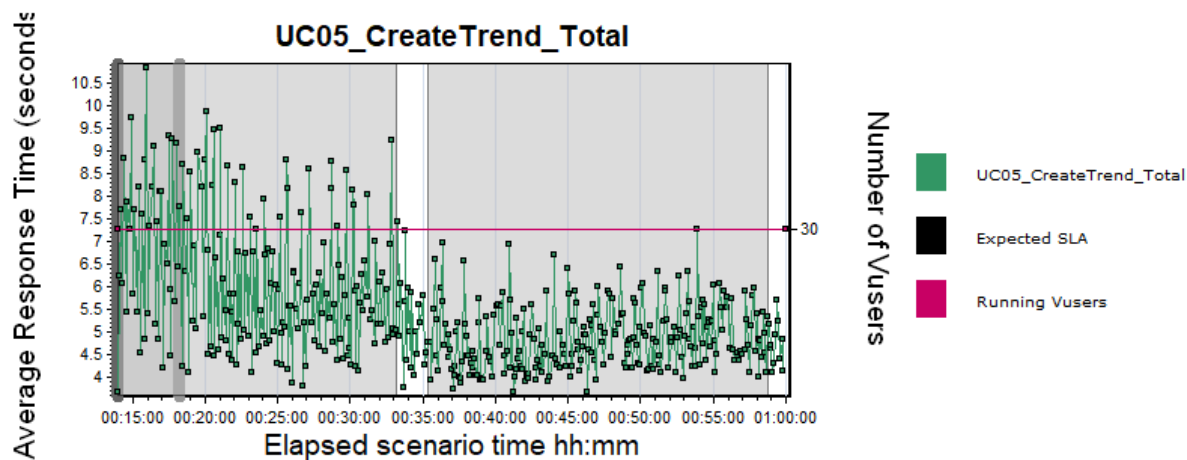


График 13: Зависимость изменения среднее время отклика после стабилизации нагрузки (13:00) (тест №5)



Количество операций

Таблица 13: Количество выполненных операций (Тест №5)

Наименование операции	Требование к времени отклика (сек)	Время отклика (95 перц.)	требуемое кол-во операций 100% профиль	Фактическое кол-во операций	Кол-во ошибок
UC01_Register_	10	6.6	195	180	0
UC02_CreateTest	8	3.7	1170	1081	1
UC_03_TestLaunch	8	5.5	45	40	0
UC04_CreateReport	8	3.8	780	719	0
UC05_CreateTrend	8	5.5	1170	1078	2

Времена отклика операций

График 14: Общий вывод по выполненным транзакциям. SLA с 13 минуты. (тест №5)

SLA Status: All		Show: 25 entries	LEGEND: Passed ✓ Failed ✗ No Data ⊘									
Transaction Name	↑↓	SLA Status	Goal	Violation(%)	Minimum	Average	Maximum	Std. Deviation	90 Percent	Pass	Fail	Stop
UC01_Register_Total		✓	10	0	4.009	6.698	10.919	1.514	8.739	180	0	0
UC02_CreateTest_Total		✓	8	0	1.908	3.73	20.057	1.438	5.575	1,081	1	0
UC03_TestLaunch_Total		✓	8	0	3.831	5.507	9.801	1.364	7.136	40	0	0
UC04_CreateReport_Total		✓	8	0	2.047	3.811	17.657	1.42	5.763	719	0	0
UC05_CreateTrend_Total		✓	8	0	3.224	5.554	11.224	1.51	7.951	1,078	2	0

10.4 Утилизация аппаратных ресурсов подтверждения



4 Графики
Утилизации
Подтверждение
Производител...

Анализ метрик и данных BoomQ

1. Утилизация CPU:

- CPU в среднем использовался на уровне **20-30%** в течение всего теста.
- В начале теста наблюдаются пики до **30%**, которые стабилизируются после первых 15 минут.
- Примечание: Пики могут быть связаны с внезапной нагрузкой в процессе выполнения запросов.

2. Утилизация CPU по ядрам:

- Утилизация ядер неравномерна.
- Наиболее нагружены **cpu0** (до 25.4%) и **cpu1** (до 45.2%).
- Ядра **cpu2**, **cpu3**, **cpu4**, **cpu5** тоже показывают значительную активность, до **50%**, особенно в начале теста.
- Остальные ядра стабильно использовались в пределах **10-20%**.

3. Утилизация памяти:

- Из **16 ГБ** доступной оперативной памяти система использовала около **10 ГБ**.
- Память использовалась стабильно без резких скачков. Кэшированная память **5.54 ГБ**, свободной оставалось около **444 МБ**.

4. Утилизация дисковой подсистемы:

- Утилизация дисковой подсистемы стабильно колебалась в пределах **35-126 I/O операций в секунду** для записи и **40-63 I/O операций для чтения**.
- **Максимальный пик записи** данных наблюдался в начале теста, достигая **21.3 МБ/с**.
- Свободного места на основном разделе (/) оставалось **9.47 ГБ**.

5. Kernel (ядро):

- Системное время занимало **1.2-1.8%** CPU.
- Периодические всплески системного времени могли быть вызваны обработкой I/O операций или другими системными задачами.

Рекомендации:

1. **Оптимизация CPU:** Пиковая нагрузка на CPU может указывать на необходимость оптимизации приложений для лучшего распределения нагрузки между ядрами.
2. **Утилизация памяти:** Хотя система использует значительное количество памяти, свободной остается достаточно для стабильной работы. Необходимо следить за дальнейшим увеличением нагрузки, чтобы избежать исчерпания свободной памяти.
3. **Дисковая подсистема:** Пики записи данных в начале теста могут свидетельствовать о высокой активности ввода/вывода в начальные моменты. Возможно, стоит рассмотреть оптимизацию записи данных для уменьшения этих пиков.
4. **Kernel и системное время:** Показатели утилизации системного времени в пределах нормы, однако стоит обратить внимание на природу системных всплесков при обработке операций.

Анализ метрик и данных BoomQ Generator

1. Утилизация CPU:

- CPU загружен минимально. Средняя загрузка по ядрам составляет около 0.05%, что свидетельствует о том, что процессорные ресурсы почти не используются.
- Пики нагрузки наблюдаются на отдельных ядрах, но они кратковременны и не достигают даже 1% загрузки. Общая система работает в очень лёгком режиме.

Рекомендация: Увеличение нагрузки не приведет к проблемам, так как есть достаточно свободных процессорных ресурсов. В таком состоянии сервер может поддерживать гораздо более интенсивные задачи.

2. Утилизация CPU по ядрам:

- Каждый из ядер использован минимально, с небольшими всплесками активности до 0.3%. Периодически возникают пики на отдельных ядрах, но в основном это очень малозначительные нагрузки.

Рекомендация: Нагрузка равномерно распределена между ядрами, и нет необходимости в оптимизации по распределению задач.

3. Утилизация памяти:

- Использование памяти стабильно на уровне 700-750 МБ при доступных 32 ГБ.

- Остаток свободной памяти (32 ГБ) позволяет системе оставаться очень гибкой для увеличения нагрузки без риска нехватки памяти.

Рекомендация: Воспользоваться свободными ресурсами оперативной памяти для более ресурсозатратных операций или дополнительных приложений.

4. Утилизация дисковой подсистемы:

- Дисковая активность минимальна. Частота операций чтения/записи крайне низкая.
- Использование файловой системы около 6%, а Inode используются также минимально (только 6% от общего количества).

Рекомендация: Нет признаков того, что дисковая подсистема перегружена. Возможность масштабирования и увеличения интенсивности операций не вызовет проблем.

5. Kernel:

- Количество переключений контекста довольно стабильно, с редкими всплесками. Среднее значение составляет около 8.6K ops/s.
- Количество форков (разделений процессов) также остаётся на стабильном уровне — около 10 ops/s.

Рекомендация: Переключения контекста и создание новых процессов (форки) остаются в пределах допустимых норм, и это не вызывает деградации производительности.

Общие рекомендации:

- Сервер использует ресурсы крайне эффективно и с минимальной нагрузкой. Есть возможность для значительного увеличения нагрузки или запуска дополнительных процессов и приложений.
- Применять оптимизации не требуется, так как система справляется с текущими задачами с большим запасом производительности.

Анализ метрик и данных Сервера заглушки + Мониторинг

Утилизация CPU:

- **Средняя утилизация:** около 5%.
- **Пики:** наблюдаются кратковременные пики утилизации до 7-8%, что может свидетельствовать о временной загрузке системы, вероятно, из-за конкретных задач или процессов.
- **Рекомендации:**

- Текущая утилизация низкая. Системе не грозит перегрузка, но если будут значительные пики, стоит проанализировать конкретные процессы, вызывающие эти скачки.

Утилизация CPU по ядрам:

- **Утилизация по ядрам:** равномерное распределение между ядрами, что свидетельствует о хорошем распределении нагрузки. Утилизация по ядрам варьируется от 5% до 8%.
- **Рекомендации:**
 - Нагрузки на ядра сбалансированы. Однако, стоит проверить, если какие-либо процессы создают системные прерывания (softirq и iowait), которые можно оптимизировать.

Утилизация памяти:

- **Доступно:** около 32 ГБ из 33.62 ГБ.
- **Использование:** менее 1.5 ГБ оперативной памяти используется, что указывает на низкую нагрузку на память.
- **Рекомендации:**
 - Текущие показатели использования памяти минимальны. В случае увеличения нагрузки можно увеличить кэширование данных для ускорения доступа.

Утилизация дисковой подсистемы:

- **I/O операции:** Среднее количество операций записи около 10-12 операций в секунду, чтения — 4-8 операций в секунду.
- **Время отклика:** Среднее время на запись составляет 30-40 мс, с редкими скачками до 700 мс.
- **Рекомендации:**
 - Дисковая подсистема работает в норме, однако при пиках записи (более 500 мс) рекомендуется проверить логи и мониторить системные процессы для выявления потенциальных узких мест.

Kernel (системное ядро):

- **Context Switches:** стабильно на уровне 4000-6000 операций в секунду, с пиками до 9000-10000 операций в секунду.
- **Forks (создание процессов):** низкий уровень создания процессов (менее 2 операций в секунду).
- **Рекомендации:**

- Показатели переключения контекстов в пределах нормы. Если нагрузка увеличится, можно рассмотреть возможность оптимизации процессов, связанных с интенсивными вычислениями.

Общие рекомендации:

1. Продолжить мониторинг системных пиков, особенно в контексте записи на диск и кратковременных повышений утилизации CPU.
2. Рассмотреть возможность оптимизации процесса, вызывающего пиковые записи на диск, если такие процессы повторяются регулярно.
3. Убедиться, что процессы, связанные с сетью или интенсивными операциями, не создают значительной нагрузки на I/O системы и CPU.

Анализ метрик и данных точки подачи нагрузки на СНТ BoomQ**1. Утилизация CPU:**

- Нагрузка на CPU в целом относительно низкая. Пики нагрузки до 1.27 на коротких временных интервалах, что указывает на кратковременные всплески активности.
- Средние значения: для пользователя – 0.523%, для системы – 0.563%.
- Низкая общая загрузка CPU (менее 2.39% в пиковых моментах).

Рекомендации:

- Оптимизация работы приложений не требуется, так как текущая нагрузка на CPU находится на приемлемом уровне.

2. Утилизация CPU по ядрам:

- Средняя загрузка ядер также остается на низком уровне. Максимальная загрузка отдельных ядер доходит до 9.38%, однако большинство ядер используется минимально.
- Неравномерное распределение нагрузки на ядра: некоторые ядра работают активнее, чем другие.

Рекомендации:

- Для более равномерного распределения нагрузки можно рассмотреть оптимизацию параллелизма и балансировки нагрузки на многопоточность.

3. Утилизация памяти:

- Использование памяти стабильно. Общий объем доступной памяти: 15.7 GiB, из которых в среднем используется около 11 GiB.
- Память остается на достаточно стабильном уровне, не наблюдаются серьезные всплески или нехватки.

Рекомендации:

- Нет необходимости в дополнительных действиях по оптимизации памяти, так как используется менее 70% от общего объема.

4. Утилизация дисковой подсистемы:

- Число операций чтения/записи стабильное, без значительных пиков. Среднее количество операций записи: около 43.0 IOPS, чтения – 1.12 IOPS.
- Время отклика по чтению/записи диска очень низкое, что говорит о высокой эффективности работы дисковой системы.

Рекомендации:

- Нет необходимости в оптимизации работы дисковой подсистемы, показатели находятся в пределах нормы.

5. Kernel:

- Показатели переключений контекста и форков остаются стабильными, контекстные переключения около 1k ops/s в среднем, форки – около 1 ops/s.
- Нет существенных проблем с ядром или избыточных системных вызовов.

Рекомендации:

- Все системные вызовы работают корректно, дополнительных действий по оптимизации не требуется.

11 Приложение

№ п/п	НАИМЕНОВАНИЕ ПРИЛОЖЕНИЯ	ССЫЛКА НА ФАЙЛ
1.	Исходные коды скриптов нагрузочного тестирования	Scripts
2.	Методика нагрузочного тестирования	Методика НТ
3.	Метрики утилизации ресурсов при проведении тестирования на поиск максимальной производительности	Графики Утилизации Поиск Максимальной производительности
4.	Метрики утилизации ресурсов при проведении тестирования на подтверждение максимальной производительности	Графики Утилизации Подтверждение Производительности
5.	Экспресс-отчёт	Экспресс-отчёт

12 Контакты

ООО «Перфоманс Лаб»

121087 Москва, ул. Барклая, 6, стр.5, офис 511

Телефон: +7 495 780 9228

Факс: +7 495 780 9228

<http://performance-lab.ru>

Генеральный директор: Кутузов Максим Юрьевич

Документ подготовили:

Оберган Никита

Младший инженер по производительности ПО

bamboRus@yandex.by